

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 04029387
PUBLICATION DATE : 31-01-92

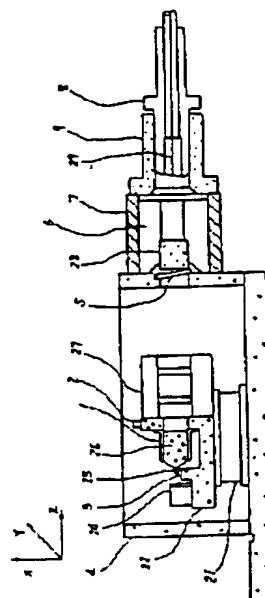
APPLICATION DATE : 25-05-90
APPLICATION NUMBER : 02133759

APPLICANT : HITACHI LTD;

INVENTOR : SASAYAMA ATSUSHI;

INT.CL. : H01S 3/18 G02B 6/42

TITLE : OPTICAL COUPLER



ABSTRACT : PURPOSE: To obtain optical output characteristics stable for variations in external temperature and to regulate a slight coupling deviation by mounting a semiconductor laser element, an optical isolator and a lens on the same board of a thermoelectric cooler.

CONSTITUTION: A first lens 26 and an isolator 27 are inserted into a pipe, and secured into pipes by using a solder brazing material, etc. A semiconductor laser 25 is oscillated in this state, and the lens 26 is so aligned as to emit a light passed through the lens 26 and the isolator 27 to the axial center. A chip carrier 22 in which the laser 25, the lens 26 and the isolator 27 are mounted is bonded fixedly on a thermoelectric element 21. Thus, when an oscillation light from the laser 25 is condensed by the lens 26 to be passed through the isolator 27, further condensed through a second lens 28 and coupled to an optical fiber 29, even if the passed light is reduced in coupling efficiency by the optical axis deviation, a first lens guide 1 is regulated to improve the coupling efficiency.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-29387

⑮ Int. Cl.⁵

H 01 S 3/18
G 02 B 6/42

識別記号

庁内整理番号

6940-4M
7132-2K

⑬ 公開 平成4年(1992)1月31日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全7頁)

⑭ 発明の名称 光結合装置

⑰ 特 願 平2-133759

⑱ 出 願 平2(1990)5月25日

⑲ 発 明 者 嶋 岡 誠 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研
究所内

⑲ 発 明 者 福 田 和 之 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研
究所内

⑲ 発 明 者 柳 生 泰 利 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研
究所内

⑲ 発 明 者 熊 沢 鉄 雄 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研
究所内

⑳ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉑ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

光結合装置

2. 特許請求の範囲

1. 熱電冷却素子上にチップキャリアを介して固定された半導体レーザ素子と、偏光子、フアラデー回転子、検光子が光軸上に、順次、配列された光アイソレータと、フェルル内に固定された光ファイバと、前記半導体レーザ素子、前記光アイソレータ及び前記光ファイバを、順次、光結合させるレンズとを備えた光結合装置において、

前記半導体レーザ素子、前記光アイソレータ及び前記レンズを前記熱電冷却素子上の同一基板に実装することを特徴とする光結合装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は光通信、光計測などに使用される光結合装置に係り、特に、半導体レーザ、アイソレータ、光ファイバを容易でしかも安定的に光結合で

きる光結合装置に関する。

〔従来の技術〕

アイソレータを光結合装置に内蔵する場合の光結合方法として、レンズを組み合せた複数レンズ結合系が多く用いられている。この光結合装置で高い光結合効率を確保するには、レンズ系の収差の低減、ならびに、半導体レーザ、レンズ、ファイバなど各部品の光軸調整、及び、固定方法がポイントになる。このような光結合装置の例は、三菱電機技報、Vol. 62, No. 10, 1988において論じられている。第6図は、この光結合装置の断面構造を示す。

半導体レーザ(LD)25は、チップキャリア22上に固定されており、前方には第一レンズ(球レンズ)26が配置固定されている。このレンズはYZ方向に対して位置調整できるがX方向に対しては熱電子素子21、チップキャリア22の厚さによって決まり、調整はできない構造となっている。広がりを持って出射されるLD光25は第一レンズ26を通過して集光され、光アイソレ

特開平4-29387 (2)

ータ27の光軸を経て第二レンズ28でさらに集光され、シングルモードファイバ29に導かれる。

しかし、光アイソレータ27、第二レンズ28はそれぞれ円筒状パイプ内に固定されており、X・Y方向に対する調整はできない。従つて、光結合装置の結合効率は各光部品の機械加工精度によつて、ほぼ、決定される構造である。たとえば、ロッドレンズ二個を使つて半導体レーザと光ファイバ（シングルモードファイバ）との光結合を行う場合、レンズとファイバとのX、Y方向での結合損失は1dB低下に対して $\pm 2.5 \mu\text{m}$ の許容位置ずれ量となる。従つて円筒状パイプ内へのレンズ固定にあつては精度の高い加工が要求され、コストの上昇につながる問題があつた。

また、光結合装置の第一レンズ26の固定方法は開示されていないが、チップキャリア22上に半田あるいは、他の金属ろう材を使つて固定されていると推定される。しかし、レンズの光軸を調整後これら金属ろう材を使つて固定すると固定時のろう材の凝固収縮、あるいは、組み立て工程時

の熱履歴によつてろう材部に残留応力が発生し、レンズの微少な位置ずれを起こすことがあり、光結合装置の安定した光結合を得る上で十分でないと推定される。

さらには、LD25は熱電子素子21によつて外部温度変動に対して常に一定の温度となるように構成されている。一方、光アイソレータ27は温度変化に対して、逆方向挿入損失に変動をきたすことがあるが、光結合装置の構造では外部温度変化に対し、安定した光出力特性が得られないと推定される。

〔発明が解決しようとする課題〕

上記従来技術は、半導体レーザ、レンズ、アイソレータ、ファイバの微少な光軸調整の方法について考慮されておらず、各光部品の機械加工精度のみでの組み立てでは十分な光結合を得られない問題があつた。また、光部品の一つであるレンズをチップキャリアに光軸調整後ろう材を介して固定したとしても、ろう材の凝固収縮等による光軸ずれに対しては、レンズが固定された部分を容易

に変えることはできず、従つて、光軸を再調整することはできない。さらには、光アイソレータは温度に対して制御できる構造ではなく光出力特性が得られない問題があつた。

本発明の目的は、半導体レーザ、レンズ、アイソレータ、ファイバが内蔵された光結合装置において、外部温度変動に対して安定した光出力特性が得られ、わずかな結合ずれを調整できる構造を提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

上記目的を達成するために、チップキャリアの側壁には光を透過させる孔が設けられており、孔の一面にはレンズを固定するためのパイプ、孔の他面にはアイソレータを固定するためのパイプを取り付ける。まず、アイソレータを固定するパイプの中心軸は、孔の中心と一致するように金属ろう等を使つてチップキャリア側壁に固定する。レンズを固定するためのパイプは、あらかじめパイプの一端を四分割にして直角に折り曲げておく。この分割部をチップキャリアの他の側壁にYAG

溶接固定、あるいは、抵抗溶接で固定する。パイプ固定時の位置は、レンズパイプ中心軸とアイソレータ用パイプの中心軸がほぼ一致するように位置決め固定する。

レンズ用パイプ内にレンズをそう入後、半田ろう材、あるいは、低融点ガラスを使つてレンズ固定するか、あるいは、パイプをかしめることによりレンズ固定する。つぎにアイソレータ用パイプにアイソレータをそう入後半田ろう材を使つて固定する。このようにレンズ及びアイソレータをそう入固定した場合、光軸は多少ずれを起こすことが考えられるが、レンズ用パイプに外力を加え、チップキャリアとパイプとの固定部近傍に塑性変形を与えることにより光軸調整を行う。

本発明の光結合装置は、半導体レーザから出射した光が第一レンズ、アイソレータを通り、第二レンズで集光した光を光ファイバ内に導くように組み立てる。組み立ての順序は、まず、第一レンズ固定用パイプの中心軸と半導体レーザの光軸が一致するように半導体レーザを接合固定する。つ

特開平4-29387 (3)

ぎに、第一レンズ及びアイソレータをパイプ内にそう入し、半田ろう材等を使ってそれぞれのパイプ内に固定する。この状態で半導体レーザを発振させ、第一レンズ、アイソレータを透過した光が、概ね、軸中心に出るように第一レンズの位置合せを行う。半導体レーザ、第一レンズ及びアイソレータを実装したチップキャリアは熱電子素子上に接合固定される。チップキャリアを固定後半導体レーザを再び発振させ、第二レンズへの光結合が最大となるように第一レンズの位置合せを行う。つぎに、第二レンズからの光と光ファイバとの結合が最大となるようにX、Y、Zの位置合せを行い固定する。

尚、半導体レーザ素子と光ファイバの光軸を一致させるべくレンズを光アイソレータの光結合端近傍に固定すること、レンズとして球レンズ或いは集束性ロッドレンズを用いること、レンズをパイプ内に挿入固定してパイプの一部を變形させ光軸調整を可能にすること、半田か金風ろう、又は、低融点ガラスを作用してレンズをパイプの貫通孔

に固定すること、抵抗溶接及び又はYAG溶接を使用してパイプの一部を光アイソレータの光結合端近傍に固定すること、光アイソレータ及びレンズを同一パイプ内に調整固定してパイプの一部を變形させ半導体レーザ素子及び光ファイバとの光軸調整を行うこと等の態様が好ましい。

〔作用〕

レンズとファイバとの光結合ずれには、X、Y、Zの三方向がある。X、Y方向は、光軸に対して直角な方向であり、Z方向は光軸方向を示す。一方半導体レーザから発振する光は光軸と直角な方向に対し $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ の放射角をもつて発振し、ガウシアンビームの広がりを持つている。すなわち、光強度は光軸中心に集中した分布を持つている。X、Y方向の位置ずれ許容量は1dBの結合効率低下に対して $\pm 2.5 \mu m$ であり、Z方向は $120 \mu m$ である。従つて、高い光結合効率を確保するには、X、Y方向に対して微調整することが可能な構造とすることが必要である。

第一レンズを固定した部分は、パイプの端部を

四分割してチップキャリア側壁に溶接固定されている。このパイプ部分に外力を加えると四分割固定部分に弾性変形から塑性変形が起こり外力を除いても基の位置に戻らなくなる。すなわち、レンズをXあるいはY方向に位置を移すことができ、光結合効率が最大な位置にレンズを調整することができる。

〔実施例〕

以下、本発明の一実施例を第1図により説明する。なお、同図の横断面図を第2図に示す。

半導体レーザ素子25は素子端面から両方向に光を発振する。そこで一方の光をモニタフォトダイオード24で受け、他方の光出力が一定になるようにレーザ素子電流を制御する。

半導体レーザ素子は温度に対して敏感で光出力、光波長、しきい電流値が変動する。たとえば、

$1.3 \mu m$ 帯半導体レーザの温度が $10^{\circ}C$ 上昇すると、光出力は $0.5 mW$ 低下し、波長は $1.3079 \mu m$ から $1.3087 \mu m$ となり、しきい電流値は $3 mA$ 上昇する。また、同様にアイソレータに

使用するファラデー回転子、たとえば、Bi置換ガーネット膜は温度依存性大きい、逆方向挿入損失が上昇する。従つて、半導体レーザ素子、あるいは、アイソレータは、熱電子素子21で温度制御することが好ましい。

第3図は、熱電子素子21上にチップキャリア22を介して半導体レーザ素子25、第一レンズ26、アイソレータ27を固定した状況を示す。組み立て方法は、まず、レーザ素子25をSiCからなるサブキャリア3を介してチップキャリア22の中央部で、第一レンズパイプ1の中心軸とレーザ素子発振方向が一致するようにAu-Snろう材などの高融点半田を用いて接合固定する。つぎに、第一レンズパイプ1内に第一レンズ26、たとえば、一端面を球状に加工したロッドレンズをそう入する。つぎに半導体レーザ素子端面とロッドレンズとの距離を調整後、第一レンズと第一レンズパイプとの間をPb-Sn等の半田を使つて固定する。

第4図は、第一レンズとして球レンズを用いた

特開平4-29387(4)

場合の実施例を示す。第4図は斜視図を、第5図はその断面図をそれぞれ示す。円筒状の第一レンズパイプ1の端面はあらかじめ段を設けてあり、第一レンズ(球レンズ)26を端部に配置後たとえば低融点ガラス、あるいは、Pb-Snなどの半田を用いて接合固定する。第一レンズパイプ1の材質としては、第一レンズの材質がBK-7で線膨張係数が $8.7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ であることから第一レンズパイプの材質は線膨張係数の近いコバルあるいはFe-45Niが適している。

アイソレータ27は、あらかじめサブキャリア22にアイソレータのそう入用パイプを設け、この中にそう入後、固定する。半導体レーザ素子25及びアイソレータ27を冷却する熱電子素子21は、あらかじめ14ピン型ケース4の所定位置にIn-Snなどの低融点半田を使つて固定されている。この熱電子素子21上にこの組み立て手順で形成したサブキャリア22を低融点半田を使つて固定する。サブキャリア22を接合固定する場合、X方向に対しては、熱電子素子、サブキ

ャリア、第一レンズ、アイソレータなどの各部品寸法によつてほぼ決まり調整する必要はないが、Y方向に対しては、半導体レーザ素子、第一レンズ、アイソレータの光軸が第二レンズ28と一致していることが光結合効率を上げるうえで重要である。光軸を一致させる方法は、半導体レーザ素子を発振させる方法と、モニタ光を第二レンズ側から入射させる方法がある。たとえば、レーザ素子が発振させる場合まず、サブキャリアを接合する前にレーザ素子を動作させ第二レンズからの光出力が最大となるようにサブキャリアの調整を行い位置を記憶しておく。つぎに、十四ピンケース4を100~140℃まで昇温し、低融点半田を熱電子素子上に供給させて記憶しておいて位置にサブキャリア22を接合して固定する。ケースを冷却後、半導体レーザ素子25と十四ピン型ケース4に設けたリードとをAu線を用いて電気配線する。配線後レーザ素子に通電しレーザ素子光の第二レンズへの結合状態を調べる。光軸にずれがある場合は、第一レンズパイプを変形させ光軸合

せを行う。十四ピン型ケース4内は気密を得るために、ガラス窓5を側面に設け、発振した光はこの窓を通して第二レンズと光結合している。窓に使用するガラスは、たとえば、ホウケイ酸ガラス、あるいは、コバルガラスからなり、表面には無反射コーティング処理がされ、さらに、3℃、あるいは、それ以上の角度を付けて発振した光が反射してレーザ側に戻ることを防止している。窓ガラスのケースへの接合材としては、たとえば、低融点ガラス、あるいは、Au-Snろう材などが適している。第二レンズは、同筒状のレンズホルダ6中央部にPb-Snなどの半田を使つて固定する。十四ピン型ケースの側壁にはあらかじめ第二レンズケースを収納するパイプ7が設けられている。パイプ7へ第二レンズケース6をそう入後、ケースの外周でPb-Snなどの半田を使つて固定する。第二レンズ28を通過して集光された光はシングルモードファイバ29の端面に入射される。シングルモードファイバは外径125 μm 、光を伝播させるコア径は10 μm である。従つて、

ファイバを確実に、しかも、安定して保持するためにフエルール8を使用する。また、ファイバ端面に光を入射する時、円時に反射を起こすことがある。反射した光が入射光と同じ光路をたどり、半導体レーザ素子25に戻ると光発振が不安定となるため、端面反射を府止することが必要である。反射防止方法として、端面の角度が光軸に対し直角から4°、あるいは、それ以上の角度をつけて、反射光が同じ光路に入らない様にすると同時に端面に反射防止コーティング膜を付ける。

ファイバ端面の位置合せはファイバガイド9を使つて行う。ファイバガイドにフエルール8をそう入し、光が最大となるように位置合せを行つた後、パイプ7とファイバガイド9のつき合せ部分をYAG溶接により固定する。ファイバガイド9とフエルール8とのギャップは数 μm でX、Y方向のずれはない。Z方向の位置合せを行つた後、YAG溶接で固定する。パイプ7、ファイバガイド9及びフエルール8はそれぞれ溶接固定するため同一材質であることが好ましく、SU304、

特開平4-29387 (5)

コパール等が通している。

本実施例によれば、たとえ半導体レーザ25と第一レンズ26間のXY方向に組み立て時に光結合ずれがあり、アイソレータ27を透過して第二レンズ28が結合する光が低下したとしても、レンズガイド1を調整することにより容易に結合を向上させることができ、しかも、半導体レーザ25とアイソレータ27との温度を、常に、同一に保持できる効果がある。

〔発明の効果〕

本発明によれば、半導体レーザからの発振光を第一レンズで集光してアイソレータを透過させ第二レンズでさらに集光して光ファイバに結合させる場合、アイソレータ、第二レンズ透過後の光が光軸ずれにより結合効率を低下させた場合でも第一レンズガイドを調整することにより結合効率を向上させることができる。また、半導体レーザ素子及びアイソレータの温度を、常に、同一とすることができ光出力、波長を安定させる効果がある。

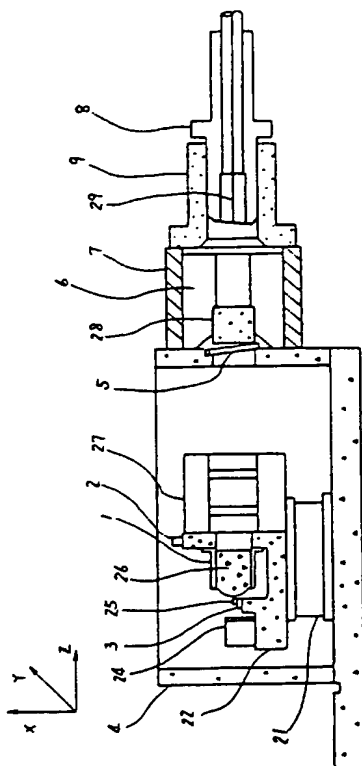
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例に係る光結合装置の縦断面図、第2図は第1図の実施例装置の横断面図、第3図は第1図装置内部の部分拡大斜視図、第4図は第3図の実施例の代案を示す斜視図、第5図は第4図の断面図、第6図は従来技術による光結合装置の縦断面図である。

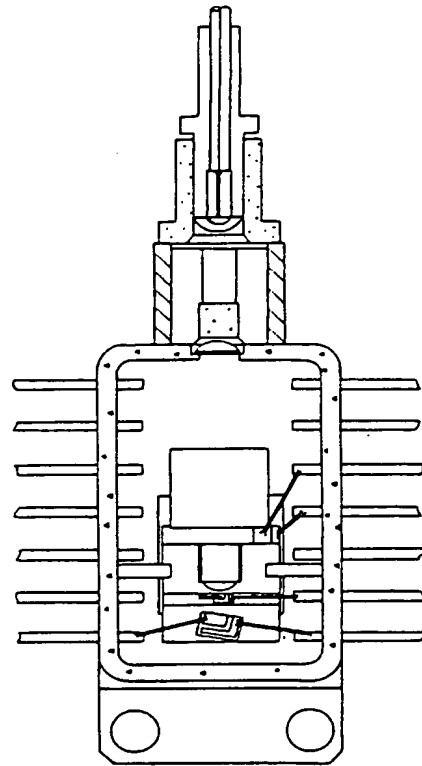
1…第一レンズパイプ、2…サーミスタ、3…サブキャリア、4…十四ピン型ケース、5…ガラス板、6…第二レンズケース、7…パイプ、8…フェルール、9…フェルールガイド、21…熱電子素子、22…チップキャリア、24…モニタフォトダイオード、25…半導体レーザ素子、26…ロッドレンズ、27…アイソレータ、28…第二レンズ、29…シングルモードファイバ。

代理人 弁理士 小川露男

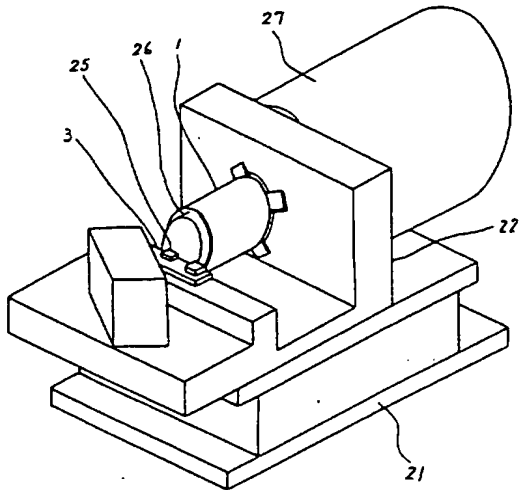
第 1 図



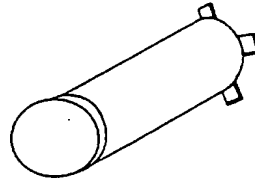
第 2 図



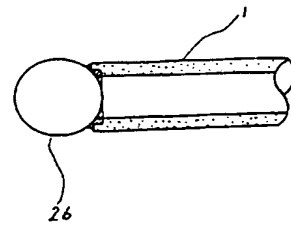
第 3 図



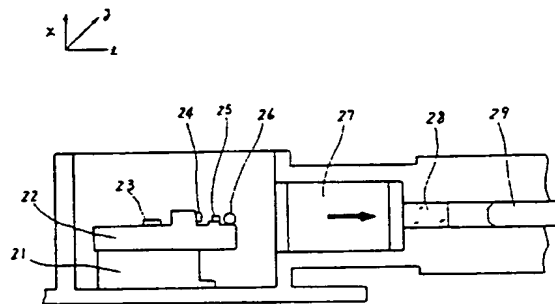
第 4 図



第 5 図



第 6 図



- 21 … 熱電子素子
- 22 … ケンタカリア
- 23 … サーミスタ
- 24 … モデルファクトイード
- 25 … LP
- 26 … 第1レンズ
- 27 … 光アイソレータ
- 28 … 第2レンズ
- 29 … レンズモードファイバ

特開平4-29387(7)

第1頁の続き

②発明者 佐々山 厚 長野県小諸市大字柏木190番地 株式会社日立製作所小諸
工場内